

学校编码: 10384

密级\_\_\_\_\_

学号: 22620091151192

廈門大學

碩 士 学 位 论 文

呂宋海峽黑潮季节性形变初探

A Preliminary Study on the Seasonal Kuroshio Deformation  
in the Luzon Strait

姚玉娟

指导教师姓名: 江毓武副教授

专 业 名 称: 环 境 管 理

论文提交日期: 2012 年 6 月

论文答辩时间: 2012 年 6 月

2012年6月

## 厦门大学学位论文原创性声明

本人呈交的学位论文是本人在导师指导下,独立完成的研究成果。本人在论文写作中参考其他个人或集体已经发表的研究成果,均在文中以适当方式明确标明,并符合法律规范和《厦门大学研究生学术活动规范(试行)》。

另外,该学位论文为( )课题(组)的研究成果,获得( )课题(组)经费或实验室的资助,在( )实验室完成。(请在以上括号内填写课题或课题组负责人或实验室名称,未有此项声明内容的,可以不作特别声明。)

声明人(签名):

年 月 日

## 厦门大学学位论文著作权使用声明

本人同意厦门大学根据《中华人民共和国学位条例暂行实施办法》等规定保留和使用此学位论文，并向主管部门或其指定机构送交学位论文（包括纸质版和电子版），允许学位论文进入厦门大学图书馆及其数据库被查阅、借阅。本人同意厦门大学将学位论文加入全国博士、硕士学位论文共建单位数据库进行检索，将学位论文的标题和摘要汇编出版，采用影印、缩印或者其它方式合理复制学位论文。

本学位论文属于：

（        ） 1.经厦门大学保密委员会审查核定的保密学位论文，  
于     年     月     日解密，解密后适用上述授权。

（        ） 2.不保密，适用上述授权。

（请在以上相应括号内打“√”或填上相应内容。保密学位论文应是已经厦门大学保密委员会审定过的学位论文，未经厦门大学保密委员会审定的学位论文均为公开学位论文。此声明栏不填写的，默认为公开学位论文，均适用上述授权。）

声明人（签名）：

年   月   日

## 摘要

黑潮为太平洋最强的一支西边界流。在吕宋海峡，黑潮发生形变并与南海水进行交换，对于南海北部环流以及整个南海海盆的质量和能量平衡都有着重要的影响作用。

本文在 Argos 表层漂流浮标资料、卫星高度计资料和区域海洋模型 (Regional Ocean Modeling System, 简称 ROMS) 海面高度数据经验正交函数分析结果的基础上，分析了吕宋海峡黑潮的时空变化特征。结果表明黑潮在吕宋海峡的形变具有显著的季节变化规律，其中跨隙形态为其最基本的形态。夏季，黑潮跨隙通过吕宋海峡，入射角度（相对于正北方向）和入流速度均较小，黑潮主干被限制在  $121^{\circ}\text{E}$  以东海域，一部分南海水向东汇入黑潮主干。冬季，黑潮的入射角度和入流速度均较大，黑潮主要以流套和分支的形式入侵，流套结构仅局限于台湾岛西南侧的吕宋海峡北部海域，最西入侵至  $118^{\circ}\text{E}$  左右；分支在吕宋海峡北部海域以及南部海域均有出现，北部分支可沿着南海北部陆坡一直入侵至南海腹地。春季和秋季流态较为相似，均介于冬季流态与夏季流态之间，较少出现流套结构，但存在黑潮分支。

在此基础上，利用 ROMS 模型数值模拟结果对吕宋海峡黑潮季节性形变机制进行了初步的分析。分析结果显示黑潮在吕宋岛以东  $18.5^{\circ}\text{N}$  断面的入流量并不是黑潮季节性形变的主要因素，吕宋海峡南侧的海面高度对于黑潮的西向入侵具有重要影响作用。冬季，吕宋海峡南侧的海面高度较低，南北海面高度差较大，南向的压强梯度力也较大，造成的西向地转流速较大，入侵较强，并容易在海峡北部海域形成反气旋流套；反之，夏季，南北海面高度差较小，南向的压强梯度力也较小，造成的西向地转流速较小，入侵较弱，容易跨隙通过吕宋海峡。此外，曲率涡度在很大程度上决定了黑潮的运动轨迹，切变涡度则是导致黑潮在吕宋海峡北侧发生分叉的主要原因。

ROMS 数值敏感实验表明  $\beta$  效应是黑潮在吕宋海峡形成反气旋流套和黑潮锋弯曲存在的重要原因，而东北季风 Ekman 输运作用造成的吕宋海峡南侧海面

高度低值区是黑潮西向入侵程度变强的重要决定因子。巴布延群岛和吕宋岛东北侧岬角可能通过改变黑潮西向的倾角影响黑潮路径。

关键词：黑潮；吕宋海峡；海面高度；数值模拟；动力机制

厦门大学博硕士论文摘要库

## Abstract

As the strongest western boundary current, the Kuroshio deforms and changes water with the South China Sea (SCS) in the Luzon Strait, which plays an important role in the circulation in the northern SCS and the balance of mass and energy in the SCS.

The temporal and spatial variations of Kuroshio patterns at the Luzon Strait are studied based on the Argos surface drifter data, as well as empirical orthogonal function analysis of the satellite altimeter data and the sea surface height data acquired from ROMS (Regional Ocean Modeling System). The results show that the Kuroshio patterns in the Luzon Strait have significant seasonal variations. Leaping pattern is regarded as a normal pattern. In summer, when the Kuroshio leaps across the Luzon Strait, the intrusion angle and velocity component (to the true north) is small, the main body of the Kuroshio is limited to the east of  $121^{\circ}\text{E}$ . A portion of SCS water joins into the Kuroshio. During winter, while the intrusion angle and velocity component is larger, Kuroshio also loops and branches into the SCS through the Luzon Strait. The loop is limited to the southwest of the Taiwan Island and it can intrude as far as  $118^{\circ}\text{E}$ . The branches appear in the north and south of the Luzon Strait, the northern one intrudes into the interior of SCS along the continental slope of northern SCS. In spring and fall, the Kuroshio branches into the SCS, while the loop pattern seldom happens.

Mechanism of seasonal Kuroshio deformation is then analyzed by ROMS data. The results indicate that the flux at the inflow section of  $18.5^{\circ}\text{N}$  is not the main factor which determines the seasonal Kuroshio deformation in the Luzon Strait. The sea surface height (SSH) in the southern Luzon Strait has great effect on the westward intrusion of the Kuroshio. When the southern SSH is low in winter, the SSH difference across the Luzon Strait is large. As a result, a great southward pressure gradient force is set up, which eventually generates strong westward velocity and

intrusion via geostrophy. In this case, it is favorable for the formation of loop pattern in the northern Luzon Strait. The condition is just reversed in summer when the southern SSH is higher. The Kuroshio leaps across the Luzon Strait without the loop pattern. Orbital vorticity also plays an important role on the path of the Kuroshio, while the bifurcate in the northern Luzon Strait is mainly owing to the shear vorticity.

The sensitive case results from ROMS show that  $\beta$  effect can explain the presence of loop and bend pattern. The strong westward intrusion is like to attribute to the low SSH in the southern Luzon Strait caused by Ekman transport forced by the northeasterly monsoon. Babuyan Islands and the cape in the northeast of the Luzon Island also affect the path of the Kuroshio via westward angle.

Key Words: Kuroshio; Luzon Strait; Sea surface height; Numerical modeling; Dynamic mechanism

# 目 录

摘 要.....	I
Abstract.....	III
第 1 章 绪论 .....	1
1.1 选题意义 .....	1
1.2 背景介绍 .....	1
1.2.1 南海及吕宋海峡背景介绍.....	1
1.2.2 黑潮背景介绍.....	4
1.3 吕宋海峡黑潮形态研究综述 .....	6
1.3.1 吕宋海峡黑潮形态的研究现状.....	6
1.3.2 吕宋海峡黑潮季节性形变特征的研究现状.....	8
1.3.3 吕宋海峡黑潮形变机制的研究现状.....	9
1.4 本文研究的主要内容 .....	14
第 2 章 吕宋海峡黑潮季节性形变特征分析 .....	15
2.1 资料介绍 .....	15
2.1.1 Argos 表层漂流浮标.....	15
2.1.2 卫星高度计资料.....	16
2.2 ROMS 模型 .....	16
2.2.1 ROMS 模型概述 .....	16
2.2.2 ROMS 模型基本控制方程 .....	17
2.2.3 ROMS 模型设置 .....	20
2.3 分析方法介绍 (EOF 分析) .....	21
2.4 Argos 表层漂流浮标路径分析 .....	23
2.5 海面高度场 EOF 分析 .....	25
2.5.1 T/P 资料 EOF 分析 .....	25
2.5.2 ROMS 模型数据 EOF 分析.....	26
2.6 吕宋海峡季节平均流场分布特征 .....	28
2.7 小结 .....	31



<b>第 3 章 吕宋海峡黑潮季节性形变机制分析 .....</b>	<b>33</b>
<b>3.1 18.5°N 入流断面动量及流量分析 .....</b>	<b>33</b>
3.1.1 18.5°N 入流断面动量分析 .....	33
3.1.2 18.5°N 入流断面流量分析 .....	35
<b>3.2 吕宋海峡 120.75°E 断面流速分解 .....</b>	<b>35</b>
3.2.1 流速分解方法 .....	36
3.2.2 流速分解结果 .....	36
<b>3.3 吕宋海峡 120.75°E 断面时间序列分析 .....</b>	<b>40</b>
<b>3.4 吕宋海峡涡度场分析 .....</b>	<b>42</b>
3.4.1 相对涡度分解原理 .....	43
3.4.2 相对涡度场与地转涡度场分析 .....	44
3.4.3 地转切变涡度场分析 .....	45
3.4.4 地转曲率涡度场分析 .....	45
<b>3.5 小结 .....</b>	<b>49</b>
<b>第 4 章 数值敏感实验分析 .....</b>	<b>50</b>
<b>4.1 实验方案设计 .....</b>	<b>50</b>
<b>4.2 <math>\beta</math> 效应敏感实验 (Case 1) 结果 .....</b>	<b>51</b>
<b>4.3 风应力旋度敏感实验 (Case 2) 结果 .....</b>	<b>54</b>
<b>4.4 风应力大小敏感实验 (Case 3) 结果 .....</b>	<b>55</b>
4.4.1 Case 3-1 实验结果 (有 $\beta$ 效应) .....	55
4.4.2 Case 3-2 实验结果 (无 $\beta$ 效应) .....	57
<b>4.5 地形敏感实验 (Case 4) 结果 .....</b>	<b>61</b>
<b>4.6 小结 .....</b>	<b>62</b>
<b>第 5 章 结论与展望 .....</b>	<b>63</b>
<b>5.1 本文主要工作和结论 .....</b>	<b>63</b>
<b>5.2 不足之处和展望 .....</b>	<b>64</b>
<b>参考文献 .....</b>	<b>65</b>
<b>致 谢 .....</b>	<b>71</b>

# Contents

<b>Abstract in Chinese.....</b>	<b>I</b>
<b>Abstract in English .....</b>	<b>III</b>
<b>Chapter 1 Introduction.....</b>	<b>1</b>
<b>Chapter 1.1 Research significance.....</b>	<b>1</b>
<b>Chapter 1.2 Background .....</b>	<b>1</b>
Chapter 1.2.1 Backgroud of the South China Sea and Luzon Strait.....	1
Chapter 1.2.2 Backgroud of the Kuroshio .....	4
<b>Chapter 1.3 Review of the Kuroshio pattern in theLuzon Strait .....</b>	<b>6</b>
Chapter 1.3.1 Review of the Kuroshio pattern .....	6
Chapter 1.3.2 Review of the characteristics of seasonal Kuroshio deformation ...	8
Chapter 1.3.3 Review of the mechanism of seasonal Kuroshio deformation.....	9
<b>Chapter 1.4 Contents of the research.....</b>	<b>14</b>
<b>Chapter 2 Characteristics of seasonal Kuroshio deformation .....</b>	<b>15</b>
<b>Chapter 2.1 Data .....</b>	<b>15</b>
Chapter 2.1.1 Argos surface drifting buoys .....	15
Chapter 2.1.2 Satellite altimeter data.....	16
<b>Chapter 2.2 ROMS .....</b>	<b>16</b>
Chapter 2.2.1 Brief introduction of ROMS .....	16
Chapter 2.2.2 Control equations of ROMS.....	17
Chapter 2.2.3 ROMS settings .....	20
<b>Chapter 2.3 Method (EOF analysis).....</b>	<b>21</b>
<b>Chapter 2.4 Trajectories of Argos surface drifting buoys .....</b>	<b>23</b>
<b>Chapter 2.5 EOF mode analysis of SSH .....</b>	<b>25</b>
Chapter 2.5.1 EOF analysis of T/P data.....	25
Chapter 2.5.2 EOF analysis of ROMS data .....	26
<b>Chapter 2.6 Seasonal averaged current in the Luzon Strait .....</b>	<b>28</b>
<b>Chapter 2.7 Chapter conclusion .....</b>	<b>31</b>

<b>Chapter 3 Mechanism of seasonal Kuroshio deformation.....</b>	<b>33</b>
<b>Chapter 3.1 Momentum balance and flux at the inflow section of 18.5°N .....</b>	<b>33</b>
Chapter 3.1.1 Momentum balance at the inflow section of 18.5°N.....	33
Chapter 3.1.2 Flux at the inflow section of 18.5°N .....	35
<b>Chapter 3.2 Velocity decomposition at the section of 120.75°E .....</b>	<b>35</b>
Chapter 3.2.1 Method of velocity decomposition.....	36
Chapter 3.2.2 Results of velocity decomposition .....	36
<b>Chapter 3.3 Time series analysis at the section of 120.75°E .....</b>	<b>40</b>
<b>Chapter 3.4 Vorticity in the Luzon Strait .....</b>	<b>42</b>
Chapter 3.4.1 Method of relative vorticity decomposition.....	43
Chapter 3.4.2 Relative vorticity and geostrophic vorticity .....	44
Chapter 3.4.3 Geostrophic shear vorticity .....	45
Chapter 3.4.4 Geostrophic orbital vorticity .....	45
<b>Chapter 3.5 Chapter conclusion .....</b>	<b>49</b>
<b>Chapter 4 Numerical sensitive case.....</b>	<b>50</b>
<b>Chapter 4.1 Design of the case .....</b>	<b>50</b>
<b>Chapter 4.2 Results of the <math>\beta</math> effect sensitive case (Case 1) .....</b>	<b>51</b>
<b>Chapter 4.3 Results of the wind stress curl sensitive case (Case 2) .....</b>	<b>54</b>
<b>Chapter 4.4 Results of the wind stress sensitive case (Case 3) .....</b>	<b>55</b>
Chapter 4.4.1 Results for Case 3-1 (with $\beta$ effect).....	55
Chapter 4.4.2 Results for Case 3-2 (without $\beta$ effect) .....	57
<b>Chapter 4.5 Results of the topography sensitive case (Case 4) .....</b>	<b>61</b>
<b>Chapter 4.6 Chapter conclusion .....</b>	<b>62</b>
<b>Chapter 5 Summary and expectation .....</b>	<b>63</b>
<b>Chapter 5.1 Main work and conclusions .....</b>	<b>63</b>
<b>Chapter 5.2 Future plans.....</b>	<b>64</b>
<b>References .....</b>	<b>65</b>
<b>Acknowledgement .....</b>	<b>71</b>

## 第1章 绪论

### 1.1 选题意义

当西边界流跨越边界豁口时，由于失去陆坡支持会发生动力学性质的改变，从而导致西边界流的运动特征发生改变。这种变化关系到大洋与相邻边缘海的相互作用，是一种重要的海洋学现象。吕宋海峡正是黑潮由源区沿太平洋西边界北上途中遇到的一个明显的边界豁口，在此黑潮失去陆坡支持而发生形态的改变，称之为黑潮的形变<sup>[1]</sup>。

南海面积广阔、海岸线漫长，蕴藏着丰富的生物资源、化学资源、海洋动力资源及油气等矿产资源。鉴于南海海洋资源的开发利用、南海季风在地区和全球海洋大气环境中的重要性，各学者对于南海环流的研究日益关注<sup>[2]</sup>。

黑潮为太平洋最强的一支西边界流，与湾流相似，也是一支准地转流，处在准地转平衡中，具有流速强、流量大、延伸深邃、高温、高盐的特征，其携带的大量水量、热量、盐量对流经区域的气候以及生物地球化学循环影响深远。黑潮在吕宋海峡发生形变并与南海水进行水体交换，对于南海北部环流以及整个南海海盆的质量和能量平衡都起着重要的影响作用<sup>[3, 4]</sup>。因此，研究黑潮在吕宋海峡的形变特征以及形变机制对于了解南海的环流、气候、生物地球化学循环具有重要意义。

### 1.2 背景介绍

#### 1.2.1 南海及吕宋海峡背景介绍

南海位于亚洲大陆和澳洲大陆之间，经度范围为 99~121°E，纬度范围为 0~23°N，大致呈菱形分布，纵跨热带与副热带且以热带海洋性气候为主要特征，是中国海疆伸展最南之处。南海北部以中国的海南、广东和广西三省为界，并通过台湾海峡与东海相沟通；西傍中南半岛和马来半岛；西南面经马六甲海峡与印度洋相通；南靠加里曼丹岛和苏门答腊岛，经卡里马塔海峡与爪哇海相邻；东南

经民都洛海峡、巴拉巴克海峡与苏禄海相接；东边界经吕宋海峡与太平洋相联系（见图 1.1（上））。南海海域非常广阔，总面积达  $3.5 \times 10^6 \text{ km}^2$ ，几乎为渤、黄、东海面积总和的 3 倍。南海北侧与西南侧陆架宽阔，而东西两侧陆架区较狭窄，平均水深为 1212 m，最深位于马尼拉海沟南端，可达 5377 m，是世界上最大的热带边缘海，也是西太平洋最大的深水边缘海<sup>[5]</sup>。

南海处于东亚季风的控制区内。夏季风一般于 5 月中旬爆发，西南季风于南海南部及中部最早建立，并在 6 月迅速扩展至整个南海海盆，但在南海北部风向较偏北。到 9 月初，东北季风最早开始出现在南海北部，10 月可扩展至南海中部，至 11 月底逐渐遍及整个南海，一直延续至次年 4 月，冬季风逐渐消失。因此，夏季为西南季风盛行期，冬季为东北季风盛行期，春秋两季为季风转换期<sup>[6]</sup>。夏季，西南风风速较弱，约为 6 m/s。冬季，当西伯利亚冷高压以寒潮的形式向南移动至台湾海峡时，高气压前沿的东北气流穿过台湾海峡，直下南海。但由于狭管效应，南下东北季风会有所加强，造成南海中部风力相比于南部和北部风力增大的分布趋势，东北季风风向大致与南海的菱形长轴平行，平均风速为 9 m/s 左右<sup>[2]</sup>。图 1.2 为根据全面海洋大气数据集（Comprehensive Ocean Atmosphere Data Set，简称 COADS）风场数据绘制的南海海域多年季节平均海面风应力和风应力旋度分布图。1961 年，Wyrki<sup>[7]</sup>利用水文资料以及航测数据提出了南海表层环流主要由季风系统所驱动，冬季整个南海海盆呈现气旋式流动，夏季为反气旋式流动。之后的研究发现南海北部环流在很大程度上受到黑潮水的影响，南海北部（约  $12^\circ\text{N}$  以北）始终呈现气旋式环流，南部海域夏季呈现反气旋式流动，冬季呈现气旋式流动<sup>[3, 8]</sup>。

吕宋海峡（即巴士海峡，见图 1.1（下））位于台湾岛和吕宋岛之间，大致以  $121^\circ\text{E}$  为中心，纬度跨度为  $18.5 \sim 22.0^\circ\text{N}$ ，最大水深超过 3000 m。在吕宋海峡西侧，恒春海岭自台湾岛南侧一直延伸至吕宋岛北侧。在吕宋海峡东侧，巴丹群岛、巴布延群岛等众岛屿星罗棋布，组成了吕宋海岭，由北向南将吕宋海峡划分为巴士海峡、巴林塘海峡、巴布延海峡三个海峡，三个海峡各包含一个深槽区，薛惠洁等<sup>[9]</sup>分别称之为第一深槽区、第二深槽区与第三深槽区。吕宋海峡北侧及西北侧为台湾岛和中国大陆，靠近海岸线海域水深变化剧烈，从 2000 m 骤减至 200 m 以下，等深线基本与岸线平行，呈现东北至西南走向。吕宋海峡区以副热

带海洋性气候为主，具有明显季风特征，冬季最大风速达到 10 m/s 以上。

南海是一个半封闭的海盆，仅通过吕宋海峡、台湾海峡、民都洛海峡、巴拉巴克海峡和卡里马塔海峡等若干海峡与外界发生水体交换和动力学相互作用。其中，吕宋海峡水深最深，水道宽阔，成为南海水与太平洋水相互交换的最主要通道。

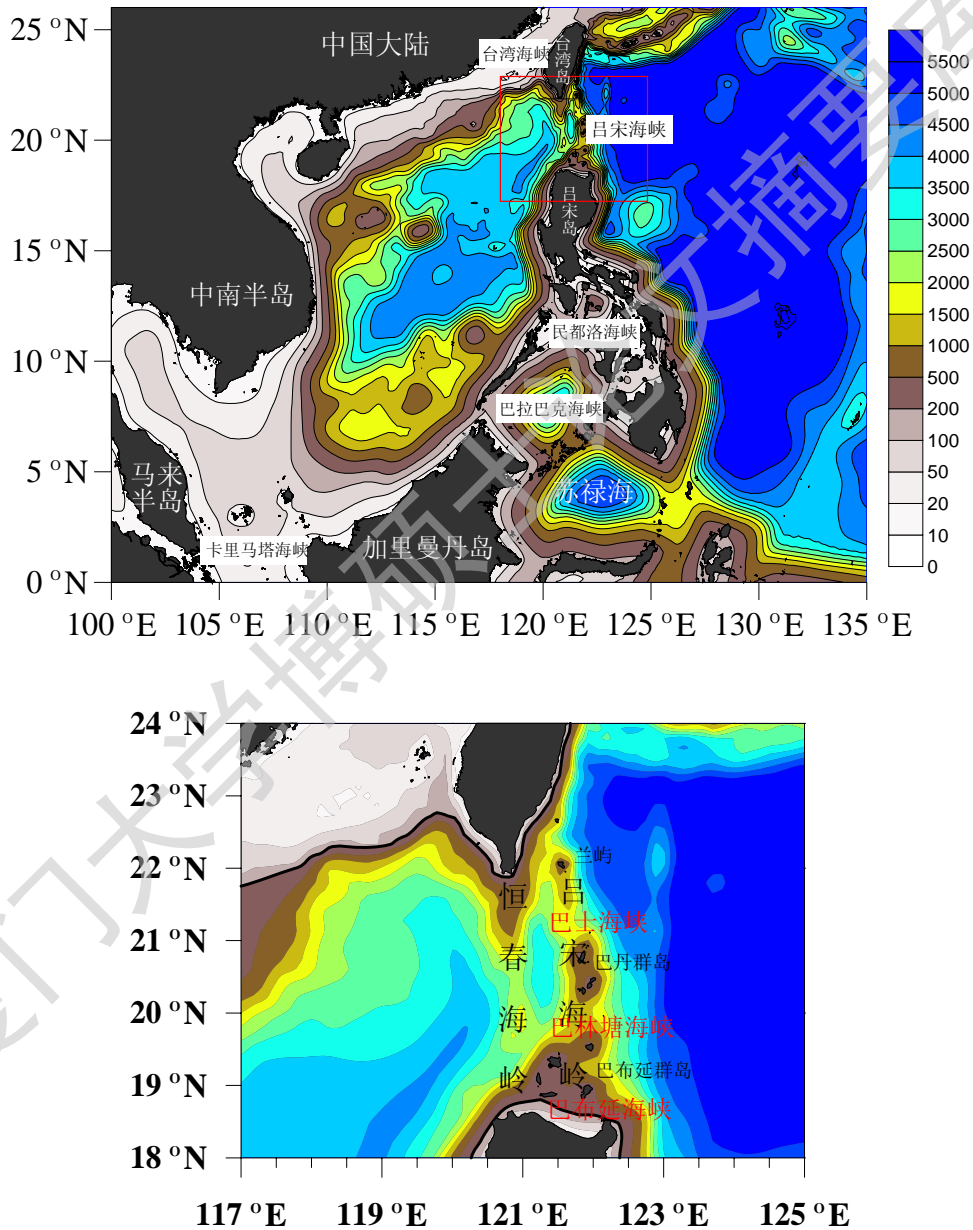


图 1.1 南海（上）和吕宋海峡（下）地形图（单位：m）

Fig. 1.1 Bottom topography of the South China Sea (up) and Luzon Strait (down)  
(unit: m)

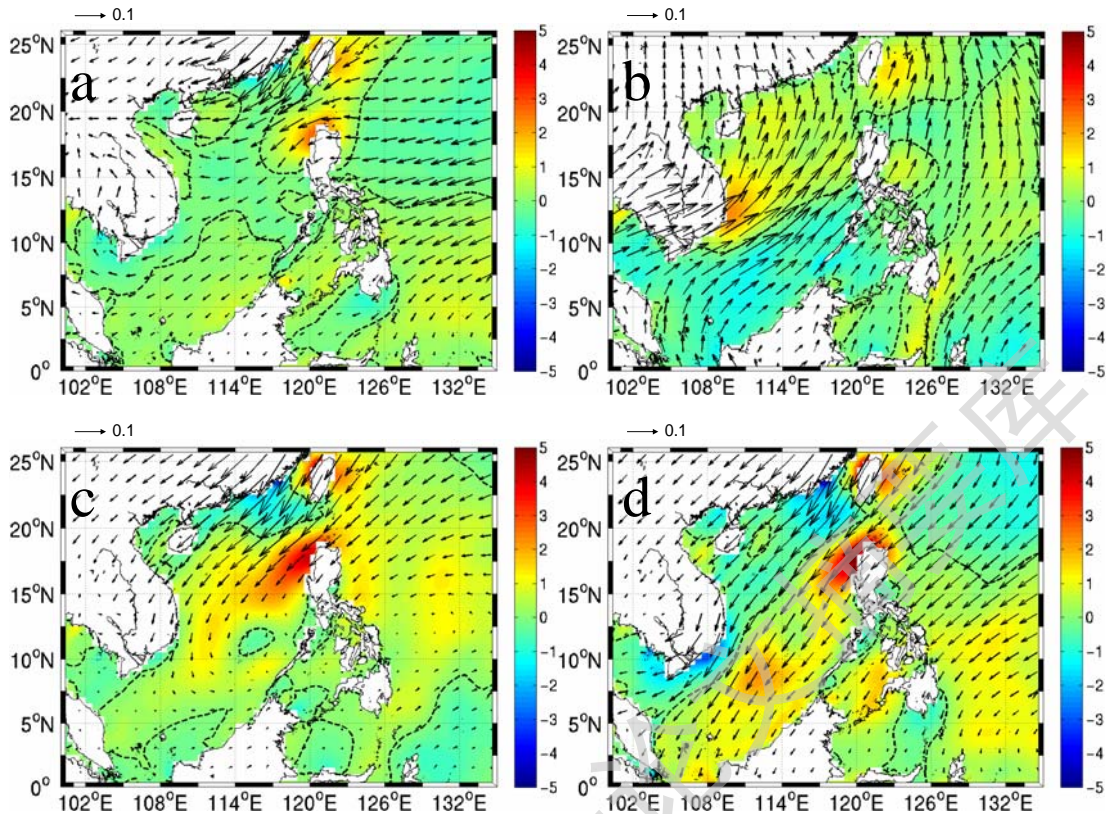


图 1.2 南海季节平均风应力（单位： $\text{N/m}^2$ ）与风应力旋度（单位： $10^{-7} \text{N/m}^3$ ）分布图 （a）春季；（b）夏季；（c）秋季；（d）冬季

Fig. 1.2 Seasonal averaged patterns of wind stress (unit:  $\text{N/m}^2$ ) and wind stress curl (unit:  $10^{-7} \text{N/m}^3$ ) in the South China Sea  
(a) Spring; (b) Summer; (c) Autumn; (d) Winter

### 1.2.2 黑潮背景介绍

黑潮是北太平洋的一支西边界流。在太平洋西侧，北赤道流的一支向南形成棉兰老流，另一支北上形成黑潮。黑潮主干沿着菲律宾群岛与台湾岛东侧向北流动，由台湾岛和与那国岛之间的水道进入东海，之后沿着东海陆坡往东北方向流动。在九州西南方，黑潮分出一支对马暖流，经对马海峡进入日本海，主干则经吐噶喇海峡进入日本以南的太平洋海域，沿日本列岛继续东北向流动，在本州岛（约  $35^\circ\text{N}$ ）附近分为两支：主干转向东流至  $160^\circ\text{E}$ ，称为黑潮延续体；另一支在  $40^\circ\text{N}$  附近与来自高纬的亲潮汇合后也转为东向流动汇于黑潮延续体，一起横过太平洋。黑潮从太平洋低纬度海域流向高纬度，南北跨越 20 多个纬距（ $15^\circ\text{N} \sim$



36°N), 东西跨越 40 个经距 (120~160°E), 总行程达 6000 多公里 (图 1.3)。

黑潮为北赤道流的延续, 具有北赤道流的一些水文特征。在吕宋岛以东, 北向的最大流速约为 0.8~1.0 m/s 左右; 运动至台湾岛东岸时, 流速增至 1.5 m/s; 到达日本南岸时, 流速最大超过 2.0 m/s。黑潮平均宽度约为 200 km, 强流带宽约为 75~90 km, 影响深度为 500~1000 m, 于日本四国的潮岬外海测得的流量高达 65 Sv, 约是世界最大的亚马逊河流量的 360 倍。黑潮年平均水温大致在 24~26°C 左右, 夏季表层水温为 27~30°C, 即使在冬季, 表层水温也不低于 20°C, 比邻近海水高出 5~6°C, 因此, 人们又把黑潮称之为“黑潮暖流”<sup>[5, 10, 11]</sup>。

从 30 年代开始至今进行的多次考察发现, 在日本本州以南 (约 33°N), 黑潮流轴有时会离开平行海岸的位置, 向南发生明显的弯曲, 弯曲中心大致位于 138°E, 弯曲波长为 500~800 km, 弯曲半径为 150~400 km, 该现象在过去的 40 余年出现过 4 次<sup>[5, 11]</sup>。而吕宋海峡黑潮研究的起始时间相对较晚, 实测资料相对缺乏, 对于黑潮在吕宋海峡的形变特征和形变机制缺乏统一的认识, 各研究结果不尽相同, 从而成为关注的焦点<sup>[6]</sup>。

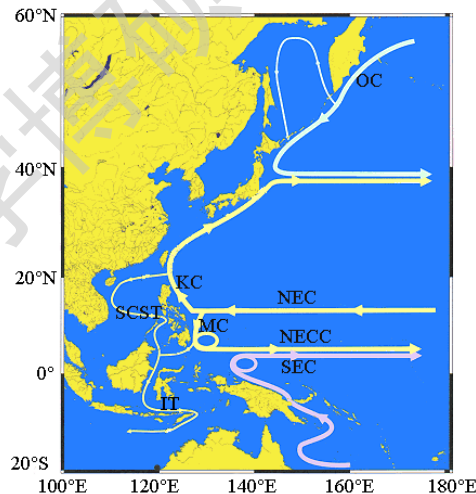


图 1.3 黑潮主轴路径 (摘自陈明德<sup>[12]</sup>, 图中 SEC、NEC、MC、KC、SCST、IT、OC 分别代表南赤道流、北赤道流、棉兰老流、黑潮、南海贯穿流、印尼贯穿流以及亲潮)

Fig. 1.3 Path of the main Kuroshio (After Chen<sup>[12]</sup>, SEC, NEC, MC, KC, SCST, IT, OC stand for the South Equatorial Current, North Equatorial Current, Mindanao Current, Kuroshio, South China Sea Throughflow, Indonesian Throughflow and Oyashio Current, respectively)



Degree papers are in the "[Xiamen University Electronic Theses and Dissertations Database](#)". Full texts are available in the following ways:

1. If your library is a CALIS member libraries, please log on <http://etd.calis.edu.cn/> and submit requests online, or consult the interlibrary loan department in your library.
2. For users of non-CALIS member libraries, please mail to [etd@xmu.edu.cn](mailto:etd@xmu.edu.cn) for delivery details.

厦门大学博硕士论文摘要库